

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-92486

(P2001-92486A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 0 L 15/10

識別記号

F I

G 1 0 L 3/00

テームト* (参考)

5 3 1 C 5 D 0 1 5

5 3 1 N

5 3 1 F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-266236

(22) 出願日

平成11年9月20日 (1999.9.20)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 柏野 邦夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 村瀬 洋

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

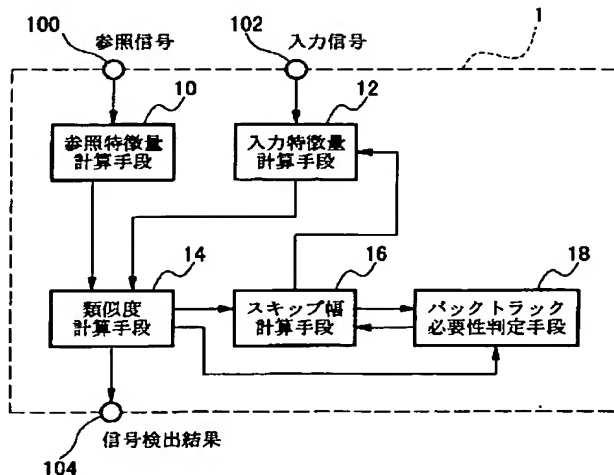
Fターム(参考) 5D015 AA04 AA06 HH01 HH05

(54) 【発明の名称】 高速信号探索方法、装置及びその記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことにより、より高速に信号探索を行うこと。

【解決手段】 入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索装置1において、信号探索時に入力信号に設定された注目窓を移動する際に、スキップ幅計算手段16により大幅に注目窓を移動させ、移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定手段18を新たに設けて信号の検出漏れを抑止する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、

前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、

前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、

前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるかを判定するバックトラック必要性判定過程と、を備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索方法。

【請求項 2】 前記スキップ幅計算過程は、類似度の確率密度分布に基づいて将来の類似度の予測を行い、前記予測に基づいてスキップ幅を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の高速信号探索方法。

【請求項 3】 前記参照特徴量計算過程及び前記入力特徴量計算過程は、それぞれ得られた特徴量系列に対してヒストグラムを作成し、前記類似度計算過程において該ヒストグラムに基づいて類似度を計算することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の高速信号探索方法。

【請求項 4】 前記注目窓は、前記参照信号と同一の時間長を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の高速信号探索方法。

【請求項 5】 入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索装置であって、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算手段と、

前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算手段と、前記参照特徴量計算手段で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算手段で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算手段と、

前記類似度計算手段で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算手段と、

前記スキップ幅計算手段で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算手段により計算された類似度に基づ

いて、前記移動させた注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるかを判定するバックトラック必要性判定手段と、

を有し、

前記類似度計算手段は、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索装置。

10 【請求項 6】 前記参照特徴量計算手段及び前記入力特徴量計算手段は、それぞれ得られた特徴量系列に対してヒストグラムを作成し、前記類似度計算手段において該ヒストグラムに基づいて類似度を計算することを特徴とする請求項 5 に記載の高速信号探索装置。

【請求項 7】 前記注目窓は、前記参照信号と同一の時間長を有することを特徴とする請求項 5 または 6 のいずれかに記載の高速信号探索装置。

【請求項 8】 入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、

前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、

前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、

30 前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるかを判定するバックトラック必要性判定過程と、

を備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索方法をコンピュータにより実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、信号系列の中から、あらかじめ登録した信号と類似した信号の場所を探し出す高速信号探索方法、装置及び高速信号探索方法をコンピュータにより実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に関するものであり、例えば音響信号検出に利用することがで

きる。すなわち、放送の音響信号の中から特定のコマースシャルの放映された時刻を検出し自動記録したり、特定のテーマソングを検出してビデオ録画を開始したり停止したりすることを可能とする信号検出技術に関連する。

【0002】また、本発明は、放送から拍手音の発せられた時刻や、笑い声の発せられた時刻などを自動的に監視したり、特定のシーンを検索したりすることを可能とする技術にも関連する。さらに、本発明は、音響信号だけではなく、映像信号など一般の信号の検出に応用できる。

【0003】

【従来の技術】従来、目的とする信号（以下、参照信号と記す。）が存在する領域を信号系列の中から検出手法として、マッチトフィルターがある。マッチトフィルターは、入力された信号の注目領域（以下、注目窓と記す。）における波形と、参照信号の波形との間における相関値を、該注目窓を移動させながら計算し、該相関値がある一定値以上になると、「参照信号がその注目窓内に存在する」と判断する手法である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この手法では、入力信号の全領域に対して注目窓の位置を細かく移動させながら相関値を計算する必要があるために、計算量が膨大になり、計算速度が遅くなるという問題があった。この問題を解決するために、我々は、既に「高速信号探索方法、装置およびその記録媒体」（特願平11-130630号）において、あらかじめ登録した音響信号と類似した音響信号の場所を探し出す音響信号検出方法や、この方法の検出精度を改良した方法について提案した。

【0005】しかし、これらの方法では、常に最悪の類似度変化を想定して照合を進めるために、現実の信号に対しては、無駄な照合が行われる場合があるという問題があった。本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことにより、より高速に信号探索を行うことができる高速信号探索方法、装置及びその記録媒体を提供することを目的とする。特に、上述した「高速信号探索方法、装置およびその記録媒体」（特願平11-130630号）において提案した方法に比べて、スキップ幅計算過程において、この先願における実施の形態に比べて大きい幅で注目窓のスキップを行い、新たにバックトラック必要性判定過程を設けて検出もれを抑止することで、同一の精度を保証したまま、より高速な信号検出を可能とした点が発明の主眼である。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の発明は、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導

く参照特徴量計算過程と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるかを判定するバックトラック必要性判定過程と、を備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする。

10

【0007】また請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の高速信号探索方法において、前記スキップ幅計算過程は、類似度の確率密度分布に基づいて将来の類似度の予測を行い、前記予測に基づいてスキップ幅を決定することを特徴とする。

30

【0008】また請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の高速信号探索方法において、前記参照特徴量計算過程及び前記入力特徴量計算過程は、それぞれ得られた特徴量系列に対してヒストグラムを作成し、前記類似度計算過程において該ヒストグラムに基づいて類似度を計算することを特徴とする。

40

【0009】また請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3のいずれかに記載の高速信号探索方法において、前記注目窓は、前記参照信号と同一の時間長を有することを特徴とする。

50

【0010】また請求項5に記載の発明は、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索装置であって、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算手段と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算手段と、前記参照特徴量計算手段で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算手段で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算手段と、前記類似度計算手段で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算手段と、前記スキップ幅計算手段で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算手段により計算された類似度に基づいて、前記移動させた注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるかを判定するバックトラック必要性判定手段とを有し、前記類似度計算手段は、前記入力信号の複数

箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする。

【0011】また請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の高速信号探索装置において、前記参照特徴量計算手段及び前記入力特徴量計算手段は、それぞれ得られた特徴量系列に対してヒストグラムを作成し、前記類似度計算手段において該ヒストグラムに基づいて類似度を計算することを特徴とする。

【0012】また請求項7に記載の発明は、請求項5または6のいずれかに記載の高速信号探索装置において、前記注目窓は、前記参照信号と同一の時間長を有することを特徴とする。

【0013】また請求項8に記載の発明は、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程とを備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索方法をコンピュータにより実行させるためのプログラムを記録したコンピュータにより読み取り可能な記録媒体を要旨とする。

【0014】請求項1乃至4に記載の発明によれば、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、信号探索時に入力信号に設定された注目窓を移動する際に、スキップ幅計算過程で大幅に注目窓を移動させ、移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程を新たに設けて信号の検出漏れを抑止するようにしたので、より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【0015】また請求項5乃至7に記載の発明によれば、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部

分を探し出す高速信号探索装置において、信号探索時に入力信号に設定された注目窓を移動する際に、スキップ幅計算手段により大幅に注目窓を移動させ、移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定手段を新たに設けて信号の検出漏れを抑止するようにしたので、より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【0016】更に請求項8に記載の発明によれば、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程とを備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所に存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索方法をコンピュータにより実行させるためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するようにしたので、このプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、従来より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置は、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法であって、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、前記スキップ幅計算

過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程と、を備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所是否存在するか否かを決定する高速信号探索方法を実施するための装置である。

【0018】本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置の構成を図1に示す。本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置は、入力信号として音響信号を対象としている。図1において、本実施の形態に係る高速信号探索装置1は、参照特徴量計算手段10と、入力特徴量計算手段12と、類似度計算手段14と、スキップ幅計算手段16と、バックトラック必要性判定手段18とを有している。

【0019】ここで図1に示す高速信号探索装置は、具体的には、CPU（中央処理装置）およびその周辺回路からなるコンピュータシステムにより構成される。該コンピュータシステムは、所定の記録媒体（磁気ディスク、半導体メモリ等）に記録された制御プログラムで制御されることによって、図1に示す各手段として機能する。なお、上記制御プログラムは通信回線を介して頒布することが可能である。

【0020】本実施の形態に係る高速信号探索装置1は、入力端子100より入力される参照信号、すなわち見本となる検索したい音響信号と、入力端子102より入力される入力信号、すなわち検索される音響信号を入力とし、参照信号との類似度が予め設定した値（これを探索閾値という） θ 以上となる入力信号中の箇所を示すデータを出力端子104より出力する。

【0021】参照特徴量計算手段10は、参照信号から特徴量系列を導く。また入力特徴量計算手段12は、入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する。類似度計算手段14は、上記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、上記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する。

【0022】スキップ幅計算手段16は、上記類似度計算手段14で計算された類似度に基づいて、注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ注目窓を移動させる。バックトラック必要性判定手段18は、上記スキップ幅計算手段16により移動した注目窓位置において、類似度計算手段14が出力する類似度に基づいて、注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるかどうかを判定する。

【0023】次に図1に示した本発明の実施の形態に係

る高速信号探索装置の動作について図2及び図3を参照して具体的に説明する。図2は本実施の形態に係る高速信号探索装置の動作を示すフローチャートであり、図3は本実施の形態に係る高速信号探索装置のオーバースキッピングの原理を示す説明図である。なお、以下では、説明を簡潔にするために、注目窓を参照信号と同一の時間長とした場合について説明するが、「高速信号探索方法、装置およびその記録媒体」（特願平11-130630号）に記載されているように注目窓を時間的に分割する場合にも同様に適用できる。

【0024】参照特徴量計算手段10では、はじめに、与えられた参照信号を読み込む。次に、読み込んだ参照信号に対して特徴抽出を行う（ステップ201）。本実施の形態では、特徴としてスペクトル特徴を用いるので、特徴抽出は、例えば帯域通過フィルタによって行うことができる。特徴量抽出の具体例を以下に説明する。例えば、テレビやラジオ等の放送信号から15秒程度の音響信号を探索したい場合、図4に示す装置で特徴量を抽出すると、良い結果が得られる。すなわち、7個の帯域通過フィルタを用い、それらの中心周波数を対数軸上で等間隔に設定し、各帯域通過フィルタの出力波形に対して60ミリ秒程度の時間長の分析窓を設定し、その分析窓内における出力波形の自乗の率均値を計算する。このようにして得られた7個の平均値を一組にして7次元特徴ベクトルとする。この分析窓を10ミリ秒ずつ移動させながら、順次、特徴ベクトルの算出を行う。

【0025】次に、特徴ベクトルの時系列から、特徴ベクトルのヒストグラムを作成する（ステップ202）。これらのヒストグラムは、いずれも特徴ベクトルの各要素がとり得る値の範囲（最小値から最大値まで）を複数のビン（区間）に分割することによって作成される。例えば、各要素がとり得る値の範囲を3つの区間（仮に区間A、B、Cとする。）に分割し、各特徴ベクトルの要素数が7であるとすれば、7個の要素のそれぞれは区間A、B、Cのうちいずれかに属することになる。

【0026】したがって、1つの特徴ベクトルについて考えると、該特徴ベクトルの要素の組み合わせとしては、7個の要素が全て区間Aに属することを示す（A、A、A、A、A、A、A）から7個の要素が全て区間Cに属することを示す（C、C、C、C、C、C、C）まで、合計で3の7乗通りの組み合わせが考えられる。以上のことから、特徴ベクトルのヒストグラムの全体のビン数、すなわちヒストグラムの横軸に配置される区間の数は3の7乗個となる。したがって、このようにヒストグラムの横軸を設定する場合には、各特徴ベクトルは、この3の7乗個の区間のうちのどれか一つに分類されることとなる。

【0027】入力特徴量計算手段12では、はじめに、入力信号である音響信号を入力端子102より読み込む。次に、読み込んだ入力音響信号に対して特徴抽出を

10

20

30

40

50

行う（ステップ203）。特徴抽出は、上記参照特徴量計算手段10において行ったのと同じ操作を行う。続いて、入力信号の特徴ベクトルの系列に対して注目窓を設定する（ステップ204）。まず、参照特徴量計算手段10に与えられた参照信号と同じ時間長の注目窓を設定する。検出の開始当初は、注目窓を時間軸上で入力信号の先頭に設定するが、検出の過程では、後で述べるように、注目窓を順次、時間軸方向にずらしながら検出を進めていく。時間軸方向にずらす量は、スキップ幅計算手段16で与えられる。

【0028】次に、注目窓内の特徴ベクトルの時系列から、特徴ベクトルのヒストグラムを作成する（ステップ205）。ヒストグラムは、特徴ベクトルの各要素の値をいくつかのビン（区間）に分割することによって作成する。分類の仕方は、参照特徴量計算手段10で行った

$$S_{RI} = \frac{1}{D} \sum_{l=1}^L \min(h_{RI}, h_{II})$$

ただし、Lはヒストグラムのビンの総数（上記の例では3の7乗）、Dはヒストグラムの総度数（一つの参照信号から導かれた特徴ベクトルの総数）であり、 h_{RI} 、 h_{II} は、それぞれHR、HIの1番目のビンに含まれる特徴ベクトルの数（度数）を表す。

【0030】類似度計算手段14は、類似度SRIの値を、スキップ幅計算手段16に対して出力する。これに加えて、仮に、類似度SRIの値が予め設定した値 θ を越えている場合（注目窓を時間軸方向に分割した場合にあっては、全ての時間分割において類似度の値が予め設定した値を越えていることが判明した場合）は（ステップ207）、その参照信号が入力信号中に存在したことを

$$w = \begin{cases} \text{floor}(D(\theta - S_{RI})) + 1 \\ 1 \end{cases}$$

ただしwの単位は特徴ベクトルの個数であり、floor（・）よ切り下げを表す。式（2）は現時点で $S_{RI} < \theta$ ならば、 $w - 1$ だけ注目窓をずらしてもSRIは決して θ を越えないことを意味している。これは、注目窓をずらしたとき、注目窓外に出ていく特徴ベクトルが全てヒストグラムの重なりに寄与していないものであり、注目窓内に入ってくる特徴ベクトルが全てヒストグラムの重なりに寄与するものである場合（類似度が最も早く設定値に達する場合）を考えれば、容易に理解される。すなわち、注目窓を $w - 1$ だけずらしときのSRIの上限値が θ となる。

【0032】一方、 $S_{RI} \geq \theta$ ならば、類似度のローカルピークを見い出すために $w = 1$ （全探索）とする。これに対して、本発明の主眼は、既に我々が提案した方法に比して、探索閾値 θ 以下の類似度を与える照合の回数を削減すること（すなわち無駄な照合計算を削減すること）にある。この照合回数削減の原理を以下に説明す

のと同じ方法によって行う。類似度計算手段14では、はじめに、参照特徴量計算手段10と入力特徴量計算手段12から出力される、特徴ベクトルのヒストグラムを読み込む。

【0029】参照特徴量計算手段10から出力されるヒストグラムをHR、入力特徴量計算手段2から出力されるヒストグラムをHIとする。ただし、R、Iはそれぞれヒストグラムが参照信号の特徴ベクトル、入力信号の特徴ベクトルから作られたものであることを表す。続いて、類似度計算手段14は参照信号のヒストグラムと、入力信号のヒストグラムとの類似度SRIを計算する（ステップ206）。参照信号のヒストグラムHRと、入力信号のヒストグラムHIとの類似度SRIは、次のように定義される。

【数1】

(1)

意味するので、類似度計算手段14は、信号検出結果として、参照信号の番号と、入力信号に対する注目窓の現在位置とを出力端子104より出力する（ステップ212）。

【0031】一方、スキップ幅計算手段16では、はじめに、類似度計算手段14から出力された、類似度SRIを読み込み、この類似度SRIに基づいてスキップ可能幅wを計算する（ステップ208）。すでに我々が提案した信号検出方法によれば、スキップ可能幅wは、次式で求められる。

【数2】

$$w = \begin{cases} \text{floor}(D(\theta - S_{RI})) + 1 & (S_{RI} < \theta \text{ のとき}) \\ 1 & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad (2)$$

る。図3において、いま、入力信号の時刻 t_0 において参照信号との照合を行い、類似度 S_0 を得たものとする。式（1）より、類似度の変化率の絶対値は $1/D$ を越えないので、類似度の上限値は図3に示す傾き $1/D$ の直線Mで表される。従って、直線Mと直線 $S = \theta$ との交点の時刻 $t_\theta = t_0 + w$ が、既に我々が提案した信号検出方法におけるスキップ位置である。

【0033】これに対し、本実施の形態に係る高速信号探索装置で時間窓を移動させるのに行われる、オーバースキッピングでは、時刻 $t_p (> t_\theta)$ までスキップする。点 (t_θ, θ) を通る傾き $-1/D$ の直線Nは、時刻 t_0 から最も急に類似度が増加して探索閾値に達し、その後最も急に類似度が減少した場合の類似度の下限値を表す。もし時刻 t_p における類似度 S_{REAL} が直線N以下であれば、時刻 t_0 から時刻 t_p までの間に類似度は決して探索閾値 θ を越えていなかったことが分かる。従って、そのまま探索を続行しても探索もれは生じない。

【0034】一方、類似度 S_{REAL} が直線 N よりも上であれば、時刻 t_0 から時刻 t_p までの間に類似度が探索閾値 θ を越えた可能性があるので、実際に類似度が θ を越えたのかどうかを、バックトラック（すなわち注目窓を逆行）して調べる。頻繁にバックトラックが生じると、既

$$\alpha = \frac{t_p - t_0}{t_\theta - t_0}$$

とし、バックトラック危険率を p とすると、照合回数比（オーバースキップを行った場合の照合回数の、オーバースキップを行わない場合に対する比。ただし類似度が

$$R = \frac{1}{\alpha}(1-p) + \frac{u+1}{\alpha}p$$

で与えられる。ここで u はバックトラック 1 回あたり必要になる平均照合回数である。

$$R^{-1} = \frac{\alpha}{1+up}$$

および

$$\alpha = 1 + \frac{\theta - S_p}{\theta - S_0}$$

が導かれる（ $S_0 < \theta$, $S_p < \theta$ ）。ただし S_p は t_p における直線 N の値である。

【0037】 R^{-1} は照合回数の削減効果を表すので、これを最大化すれば良い。例えば、類似度の正規分布 N

$$R^{-1} = \frac{2-0.1c}{1+p}$$

となり、 $c=2$ 付近で最大値は、およそ 1.76 となる（照合回数比 0.57）。すなわち、無駄な照合回数が 4 割以上削減されることが期待できる。このとき、公知の方法と厳密に同一の精度が保証されている。

【0038】類似度が比較的小さい区間（定常区間）では、類似度の蓄積結果から類似度分布を推定できる。類似度が比較的大きい区間（類似区間）では、スキップ可能幅が小さいため、スキップに伴う時間窓内の特徴ベクトルの入れ替わりが少なく、このことを類似度分布の推定に加味する必要がある。例えば、類似度変化を線形予測する方法が考えられる。スキップ幅計算手段 16 からは、以上のような原理に基づいて、注目窓のスキップ幅を αw として算出し（ステップ 208）、スキップ幅 αw のデータを入力特徴量計算手段 12 に出力する。

【0039】バックトラック必要判定手段 18 によりバックトラックの必要性がないと判定された場合には（ステップ 209）、入力特徴量計算手段 12 では、 αw だけ注目窓をずらして、入力信号注目窓の位置を決定し

（ステップ 211）、類似度計算手段 14 は参照信号の有無を判定し（ステップ 212）、ステップ 205 に戻り、既に説明した処理を繰り返す。また、 αw だけ注目窓をずらしたとき、注目窓が入力信号の終端を越えたならば、全入力信号を探索したことになるので、信号検出処理を終了する。

に我々が提案した方法よりもかえって照合回数が増加するため、オーバースキップ位置を適切に定めることは重要である。

【0035】オーバースキップ率 α を

【数 3】

(3)

閾値以下の場合) の期待値 R は

【数 4】

(4)

【0036】これらの式から、

【数 5】

(5)

【数 6】

(6)

($m=0.3$, $\sigma^2=0.05^2$) を仮定して $S_p=m+c\sigma$ (c は定数) とし、 $u=1$, $\theta=0.8$, $S_0=m$ とすると、

【数 7】

(7)

【0040】バックトラック必要性判定手段 18 では、はじめに、スキップ幅計算手段 16 から出力された、類似度 S_{RI} を読み込む。類似度 S_{RI} は、図 3 において、 S_{REAL} に相当する。バックトラック必要性判定手段 18 では、まず、スキップ幅計算手段 16 から出力されたスキップ幅（1 回前の照合で出力されたもの）を受け取る。これにより、図 3 における時刻 t_p のデータが得られる。次に、バックトラック必要性判定手段 18 は、時刻 t_p における、直線 N （図 3）の値を計算する。

【0041】バックトラック必要性判定手段 18 は、図 3 において、 S_{REAL} が直線 N 以下であれば、時刻 t_0 から時刻 t_p までの間に類似度が探索閾値 θ を越えた可能性はないので、バックトラック（注目窓を逆行させること）は必要ないと判定する（ステップ 209）。 S_{REAL} が直線 N よりも上であれば、時刻 t_0 から時刻 t_p までの間に類似度が探索閾値 θ を越えた可能性があるので、バックトラックの必要があると判定する（ステップ 209）。

【0042】この場合、バックトラック必要性判定手段 18 は、バックトラック幅を計算し、そのバックトラック幅を、スキップ幅計算手段 16 を介して入力特徴量計算手段 12 に送る（ステップ 210）。最適なバックトラック幅は、そのバックトラック位置で照合を行うことにより、類似度値が探索閾値 θ を越えた可能性のある時

間区間（これを未評価区間と呼ぶ）を最も多く排除できる時刻である。この時刻も、類似度変化の予測によって推定可能であるが、通常は未評価区間は短いはずなので、未評価区間の中央をバックトラック位置とする等の簡易な方法でも、余分なバックトラック照合が必要な事態にはなりにくい（ほとんどの場合 $u = 1$ で済む）と考えられる。

【0043】もし、バックトラック位置での照合によって未評価区間が無くなれば、バックトラックを終了して前向きの探索を再開する。未評価区間が残れば、未評価区間が無くなるまで、バックトラック必要性を有りと判定し、各未評価区間について同様の照合を繰り返す。一連のバックトラック照合において、類似度が探索閾値を越えたならば、その前後で、従来法と同様、全探索（スキップを行わない）を行う。

【0044】次に、本実施の形態に係る高速信号探索装置の動作実験例を示す。本発明の効果を確認するため、6時間の音響信号を入力信号とし、無作為に選択した8個の参照信号（15秒間）に対して探索を行い、類似度が探索閾値以下であった照合回数が、本発明を適用しなかった場合に比べてどのくらいの割合であるか（本明細書ではこれを照合回数比という）を調べた。探索のパラメータは、サンプリング周波数=11.025kHz、帯域フィルタの数=7、周波数分析の分析窓長=60ms、分析窓シフト=10ms、各特徴次元におけるビン数=3、時間窓分割なし、探索閾値 $\theta = 0.8$ とした。

【0045】本実験では、類似度0.5未満を定常区間、それ以外を類似区間とみなした。定常区間では $Sp = m + 2\sigma$ として式(5)から照合ごとに α を設定した。また類似区間では、類似度の外挿直線と分散の推定値を用いて α を設定した。本実験の結果、上記照合回数の平均は、従来法で2503回、提案法で1603回であった。すなわち照合回数比は0.64であった。これを図5に示す。また、図6に、3分間の入力信号に対する探索結果を示す。図6の縦線が、実際に照合が行われた時刻を示している。本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置より、照合回数が減少した様子を確認することができる。

【0046】以上、説明したように、本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置によれば、従来よりも大幅な注目窓の移動を行うとともに、検出もれを防ぐ手段（バックトラック必要性判定手段）を設けることにより、無駄な照合計算を省きながら探索を行うことによって、従来に比較して、少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことにより、より高速な信号検出を行うことができるという効果がある。

【0047】また入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系

列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程とを備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所是否存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索方法をコンピュータにより実行させるためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、高速信号探索装置の機能を実現するようにしてもよい。

【0048】この場合に高速信号探索装置の機能を実現するためのプログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するので、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、従来より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【0049】なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フロッピーディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体として流通する記憶媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。

【0050】

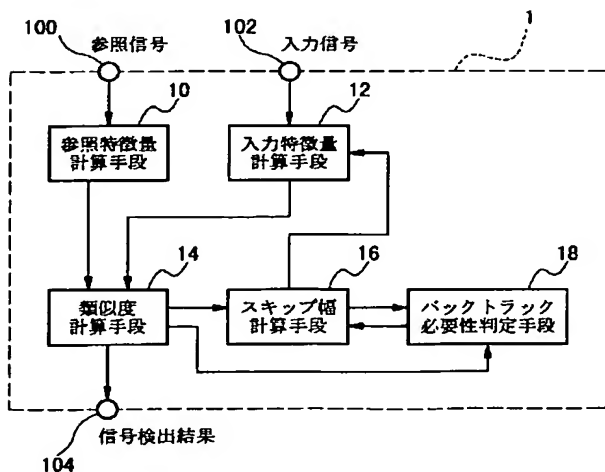
【発明の効果】請求項1乃至4に記載の発明によれば、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、信号探索時に入力信号に設定された注目窓を移動する際に、スキップ幅計算過程で大幅に注目窓を移動させ、移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程を新たに設けて信号の検出漏れを抑止するようにしたので、より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【0051】また請求項5乃至7に記載の発明によれば、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索装置において、信号探索時に

入力信号に設定された注目窓を移動する際に、スキップ幅計算手段により大幅に注目窓を移動させ、移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定手段を新たに設けて信号の検出漏れを抑止するようにしたので、より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【0052】更に請求項8に記載の発明によれば、入力信号から、予め登録した参照信号に類似した部分を探し出す高速信号探索方法において、前記参照信号から特徴量系列を導く参照特徴量計算過程と、前記入力信号から特徴量系列を導き、その特徴量系列に対して注目窓を設定する入力特徴量計算過程と、前記参照特徴量計算過程で導かれた特徴量系列と、前記入力特徴量計算過程で設定した注目窓内の特徴量系列との類似度を計算する類似度計算過程と、前記類似度計算過程で計算された類似度に基づいて、前記注目窓のスキップ幅を計算し、そのスキップ幅だけ前記注目窓を移動させるスキップ幅計算過程と、前記スキップ幅計算過程で移動させた注目窓位置において、前記類似度計算過程で得られた類似度に基づいて、前記移動した注目窓を時間の逆方向に戻す必要があるか否かを判定するバックトラック必要性判定過程とを備え、前記類似度計算過程、スキップ幅計算過程及びバックトラック必要性判定過程による処理を繰り返して、前記入力信号の複数箇所について、前記参照信号との類似度を計算し、該類似度と、予め設定した目標とする類似度とを比較することにより、前記参照信号が、前記入力信号の当該箇所是否存在するか否かを決定することを特徴とする高速信号探索方法をコンピュータにより実行させるためのプログラムをコンピュータにより読み取

【図1】



り可能な記録媒体に記録するようにしたので、このプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、従来より少ない照合計算回数で信号検出処理を行うことができ、より高速に信号を検索することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置の構成を示すブロック図。

【図2】 図1に示した本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置の動作を示すフローチャート。

【図3】 本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置におけるオーバースキッピングの原理を示す説明図。

【図4】 本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置において、スペクトル特徴を抽出するための構成例を示すブロック図。

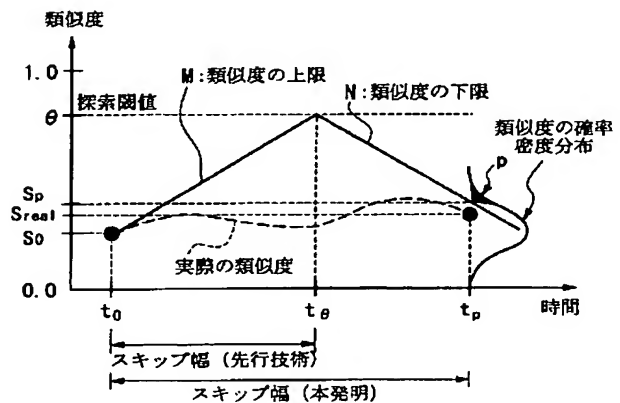
【図5】 本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置による信号探索時における照合回数の測定結果を従来例と対比して示した説明図。

【図6】 本発明の実施の形態に係る高速信号探索装置により音響信号を対象して信号探索した実験結果を従来例と対比して示した説明図。

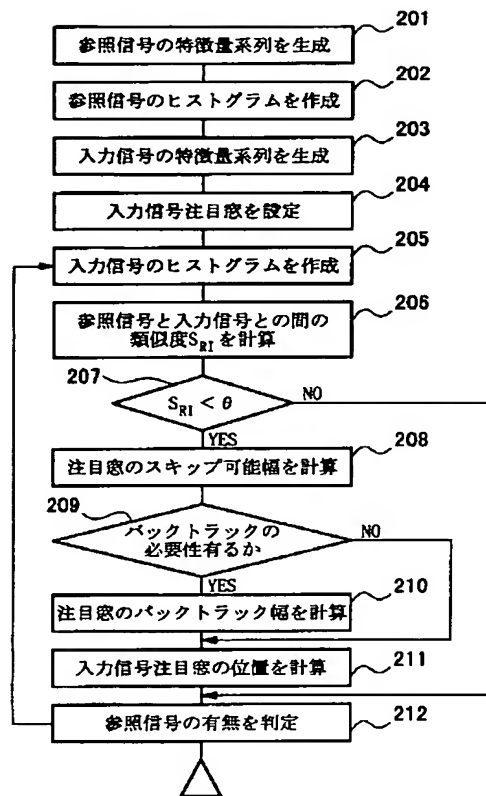
【符号の説明】

- 1 高速信号探索装置
- 10 参照特徴量計算手段
- 12 入力特徴量計算手段
- 14 類似度計算手段
- 16 スキップ幅計算手段
- 18 バックトラック必要性判定手段
- 100、102 入力端子
- 104 出力端子

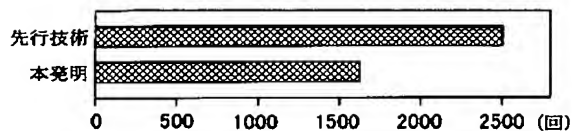
【図3】



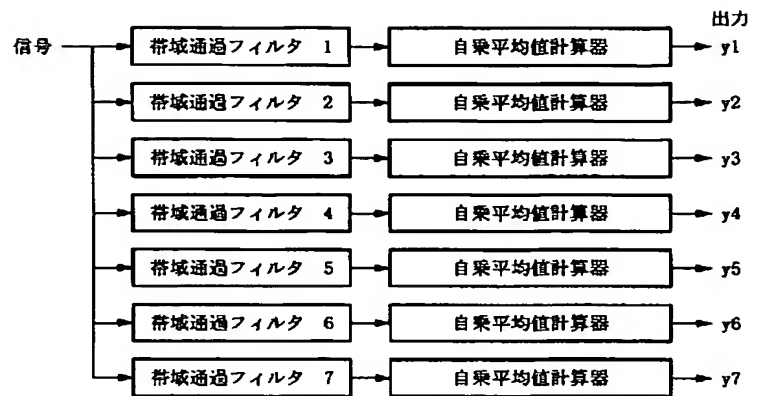
【図 2】



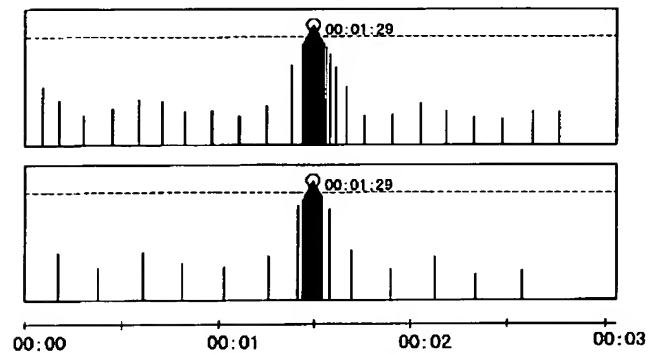
【図 5】



【図 4】



【図 6】



上：先行技術。下：本発明。横軸は時刻、縦軸は類似度 (0~1)。破線は探索閾値 (=0.8)。○印は、類似度が探索閾値を越え極大となった時刻を示す。